第 15 講　海洋
PART1 海流

目標　環流の成因と，その流れの特徴について説明できる。

Chapter1　エクマン輸送と地衡流

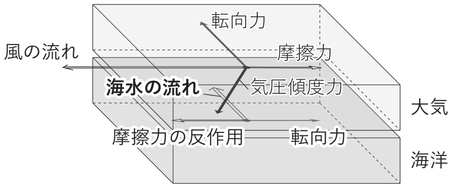
地学基礎では，赤道から亜熱帯にかけての海域に環流が存在することを学んでいます。ここでは，環流の成因について学びましょう。

エクマン輸送と海面高度

・エクマン輸送

海面上を吹く風には，海面による摩擦力がはたらく。同時に，海面付近の海水には，摩擦力の反作用と転向力がつり合うような流れが生じる。この流れを**エクマン輸送**といい，風の流れから見て北半球では直角（右向き / 左向き）である。エクマン輸送が生じるのは海面から深さ数十 m 程度までの部分に限られ，この部分をエクマン境界層という。

知っておこう
海面直下の水は，風の流れから見て 45° 右向き（北半球の場合）に流れます。そこから深くなるにつれて，流速が小さくなるとともに流れの向きが右向きにずれていきます。左の説明にあるエクマン輸送は，それをエクマン境界層全体で足し合わせたものだと言えます。



・亜熱帯海域の海面高度

	大気の大循環の風	エクマン輸送
低緯度	（東より / 西より）	（極向き / 赤道向き）
中緯度	（東より / 西より）	（極向き / 赤道向き）

→エクマン輸送の結果として，大洋の亜熱帯海域では海面が周囲より 1 ～ 2m 程度（高く / 低く）なる。

地衡流と環流

・地衡流

海面の傾きは圧力の傾きを生じるため，海面が高い側から低い側へと力がはたらく。単位距離あたりの圧力差を圧力傾度といい，圧力傾度による力を圧力傾度力という。水塊にはたらく圧力傾度力と転向力がつり合った流れを**地衡流**といい，大規模な海流のほとんどは地衡流とみなすことができる。

知っておこう

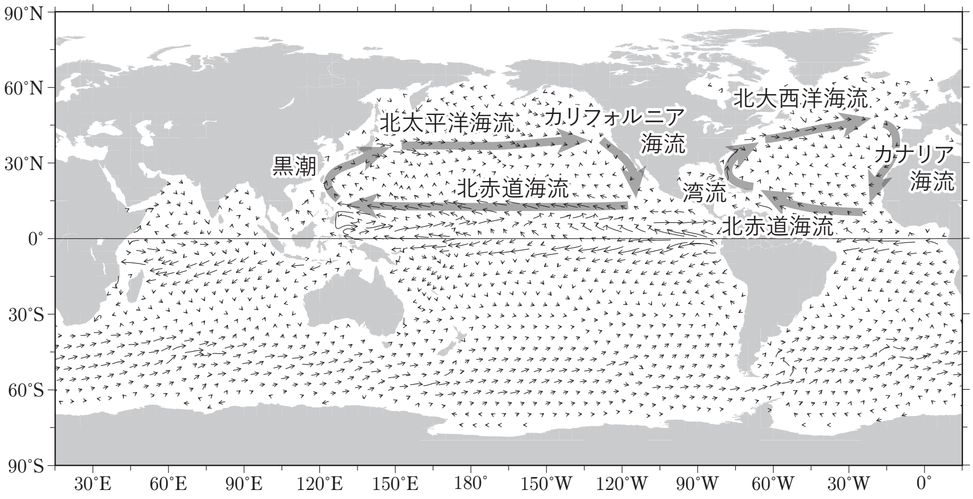
圧力傾度，圧力傾度力，地衡流は，空気塊の運動を考えたときの気圧傾度，気圧傾度力，地衡風にそれぞれ対応します。原理は同じなので，必要に応じて復習してみてください。

・環流

大洋の亜熱帯では周囲より海面が（高い / 低い）。そのため，そのまわりの地衡流は北半球では（時計回り / 反時計回り），南半球では（時計回り / 反時計回り）に流れる。この流れを**環流**という。環流は，深さ数百 m 程度までの海水の流れである。

覚えておこう

南半球では流れの向きと転向力の向きとの関係が北半球とは逆向きになるため，環流の流れも逆回りになります。



まとめ

- 北半球で海面上を風が吹くと，海面付近の海水には風の流れから見て直角____向きの流れが生じる。
- この流れを__________といい，その影響で亜熱帯海域では海面が周囲より______くなる。
- 海面の傾きによって生じる圧力傾度力と________がつり合った流れを地衡流という。
- 海面の傾きが原因となって大洋の亜熱帯のまわりを周回する地衡流が生じ，この流れを__________という。

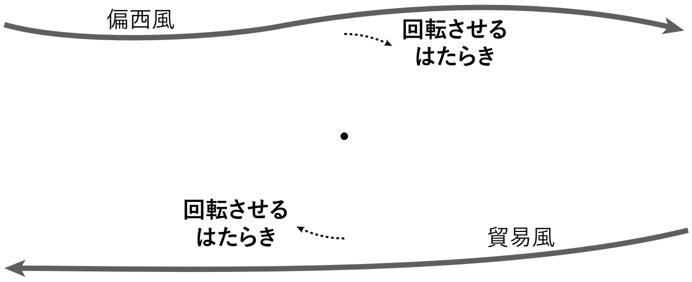
Chapter2　環流の特徴

環流は，低緯度から中緯度にかけての大規模な水平循環です。ここでは，この循環の特徴について学びましょう。なお，Chapter2 では特に断らない限り北半球について考えます。

西岸強化

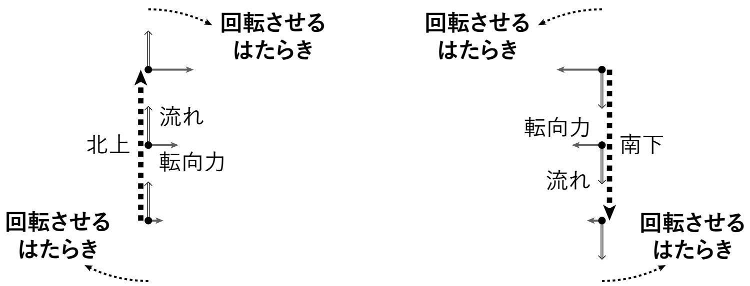
・風による回転

低緯度では（東より ／ 西より），中緯度では（東より ／ 西より）の風が吹き，これらは水塊を（時計 ／ 反時計）回りに回転させるはたらきをもつ。



・転向力の緯度による違いと回転

	北上	南下
転向力の大きさ	（増加 ／ 減少）	（増加 ／ 減少）
回転させるはたらき	（時計 ／ 反時計）回り	（時計 ／ 反時計）回り



→水塊が（北上 ／ 南下）すれば，この回転が風による回転とつり合うことができる。

→大洋のほとんどではそのような流れが生じるとしても，同じ量の水をどこかで逆向きに戻す必要がある。

・**西岸強化**

南北半球を問わず，大洋の亜熱帯のほとんどには（高緯度 / 低緯度）向きの弱い流れが存在し，西岸の幅 100km 程度の領域のみに（高緯度 / 低緯度）向きの強い流れが見られる。このように，大洋のうち西岸で環流が強められることを**西岸強化**という。

西岸強化を受けている海流の例：

北太平洋……（カリフォルニア海流 / 黒潮）

北大西洋……（北大西洋海流 / 湾流）

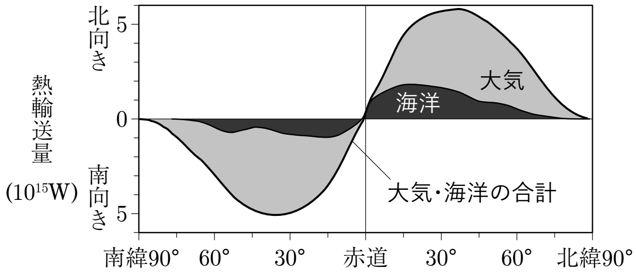
知っておこう

西岸における北向きの流れでは，水塊を回転させるはたらきが風による回転とつり合いません。西岸の流れの中では摩擦力の影響で流速が東側ほど大きいため，水塊を反時計回りに回転させるはたらきが生じてつり合いが取れるのです。

環流と南北熱輸送

・**海洋による南北熱輸送**

南北半球を問わず，環流は温かい水を中緯度側へ，冷たい水を低緯度側へと運んでいる。これらは，いずれも（低緯度側から中緯度側 / 中緯度側から低緯度側）への熱輸送に対応する。

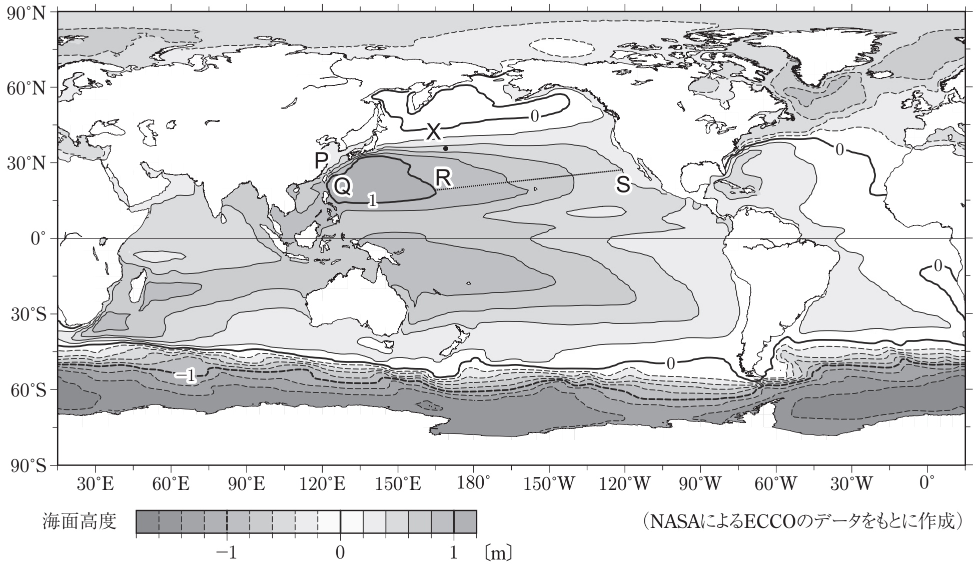


まとめ

・南北半球を問わず環流は大洋の西岸において強められており，このことを＿＿＿＿＿＿という。
・環流のうち強い流れの例として，北太平洋の＿＿＿＿や，北大西洋の＿＿＿＿が挙げられる。
・環流は，低緯度から中緯度に向かう南北熱輸送を担っている。

Chapter3　演習問題

　次の図は，2001 年から 2010 年までを平均した海面高度の分布を示したものです。ここでは，この図を用いて海流について確認しましょう。



（NASAによるECCOのデータをもとに作成）

問題⑴　北太平洋の環流について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

　図の X 地点を流れる地衡流の力のつり合いを考えると，圧力傾度力が（北向き / 南向き），転向力が（北向き / 南向き）であり，流れの向きは（北向き / 東向き / 南向き / 西向き）である。

　また，海面高度 0.4m の等高度線から 1.0m の等高度線までの距離を比較すると，図の P − Q ではほぼ同じ緯度にある R − S のおよそ 20 分の 1 である。よって，単位質量の水塊について考えたとき，P − Q を横切る地衡流は，R − S を横切る地衡流とくらべて圧力傾度力と転向力の大きさがおよそ（400 分の 1 / 20 分の 1 / 20 倍 / 400 倍），であり，流速がおよそ（400 分の 1 / 20 分の 1 / 20 倍 / 400 倍）だといえる。

実際に，北太平洋を南向きに流れる（北太平洋海流 / カリフォルニア海流）の流速は最大でも数十 cm/s だが，北向きに流れる（黒潮 / 親潮）の流速は最大で 2m/s 程度に達する。

問題⑵ 南半球の海流について述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

北極の上空から見ると，地球は（時計回り / 反時計回り）に自転しているように見える。しかし，南極の上空から見ると，地球は（時計回り / 反時計回り）に自転しているように見える。そのため，自転による見かけの力である転向力は北半球と南半球で逆向きにはたらく。

海面高度の分布を見ると，南緯およそ 45°より南側では多くの等高度線が東西方向に地球を周回している。地衡流の力のつり合いを考えることで，この海域では南極のまわりを（西から東 / 東から西）へと周回する海流が流れていると推定できる。これは南極大陸が孤立していることで生じる南極環流であり，（三畳紀 / 古第三紀）に形成されたと考えられている。

知っておこう

南極環流にも環流という名前がついていて，亜熱帯のまわりの循環と少し紛らわしいですね。このような他の循環と区別するために，亜熱帯のまわりの循環は亜熱帯環流と呼ばれることがあります。

第15講 PART1　確認問題

問1　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

海面上を吹く風には，海面から（　ア　）がはたらくので，同時に，海面付近の海水には，この（　ア　）の反作用と（　イ　）がつり合うような流れが生じる。この流れをエクマン輸送といい，その向きは，北半球では，風の流れの向きに対して（　ウ　）である。エクマン輸送の結果として，大洋の（　エ　）では，海面が周囲より 1 ～ 2m 程度高くなる。この海面の高度差によって生じる圧力傾度力と（　イ　）がつり合うような流れを（　オ　）といい，北半球では（　カ　）に流れる。

(1)　空欄ア，イに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ア：摩擦力　　イ：転向力
②　ア：摩擦力　　イ：重力
③　ア：転向力　　イ：摩擦力
④　ア：転向力　　イ：重力

(2)　空欄ウ，エに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ウ：直角左向き　　エ：赤道海域
②　ウ：直角左向き　　エ：亜熱帯海域
③　ウ：直角右向き　　エ：赤道海域
④　ウ：直角右向き　　エ：亜熱帯海域

⑶　空欄オ，カに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　オ：深層循環　　カ：時計回り

②　オ：深層循環　　カ：反時計回り

③　オ：地衡流　　カ：時計回り

④　オ：地衡流　　カ：反時計回り

問2　次の問いに答えよ。

⑴　北太平洋において西岸強化を受けている海流として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　北太平洋海流　　②　黒潮

③　カリフォルニア海流　　④　湾流

⑵　環流による南北熱輸送の説明として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　低緯度側から中緯度側への熱輸送である。

②　中緯度側から低緯度側への熱輸送である。

③　中緯度側から高緯度側への熱輸送である。

④　高緯度側から中緯度側への熱輸送である。

第 15 講　海洋

PART1　海流

問題(1)　北向き，南向き，東向き，20 倍，20 倍，カリフォルニア海流，黒潮

問題(2)　反時計回り，時計回り，西から東，古第三紀

PART2　熱塩循環と海水の鉛直構造

問題(1)　【※図参照】

問題(2)　【※図参照】

問題(3)　高く，低く，多く，少ない，低い，小さい，低い，大きく

PART3　波

問題(1)　数 m～ 数百 m，小さい，表面波，長い，15 m，54km，2 日

問題(2)　数十 km～ 数百 km，大きい，長波，200 m，720km，1 日，遅く，高く

PART4　潮汐

問題(1)　ア：0.0339

問題(2)　イ：1.04　ウ：25.0　エ：12.5

問題(3)　大きく，新月と満月，小さく，上弦の月と下弦の月，大潮，1 週間

第 15 講　PART1　確認問題　解答

問 1

(1)　①

解説：

風は海面から摩擦力を受け，海面付近の水はその反作用の力を受ける。この反作用の力と転向力がつり合うような流れがエクマン輸送である。

(2)　④

解説：

北半球では，海面直下の水は，風の流れの向きに対して45°右向きに流れる。深くなるにつれて流速が小さくなり流れの向きが右向きにずれていき，全体としては直角右向きとなる。エクマン輸送は，低緯度では極向き，中緯度では赤道向きになるので，亜熱帯海域の海面が高くなる。

(3)　③

解説：

圧力傾度力と転向力がつり合うような流れを地衡流という。大洋の亜熱帯のまわりの地衡流は北半球では時計回り，南半球では反時計回りに流れ，このような海流の循環を環流という。

問 2

(1)　②

解説：

大洋の西側で環流が強められることを西岸強化という。

(2)　①

解説：

環流は，温かい水を中緯度側へ，冷たい水を低緯度側へと運んでいる。